

Penerapan Teknologi Wireless RF Dan SMS Gateway pada Sistem Monitoring Pemakaian Air PDAM Skala Rumah Tangga yang Terintegrasi Database via Internet

Hendhi Hermawan^{#1}, Endah Suryawati Ningrum^{#2}, Ali Husen Alasiry^{#3}, Rizky Yuniar Hakkun^{#4}

[#]Jurusan Teknik Elektronika, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya

Kampus PENS-ITS Sukolilo, Surabaya

¹hendhi@student.eepis-its.edu

²endah@eepis-its.edu

³ali@eepis-its.edu

³rizky@eepis-its.edu

Abstrak— Sistem pencatatan watermeter PDAM yang ada di Indonesia umumnya masih menggunakan sistem yang konvensional yaitu pencatatan watermeter dari rumah ke rumah atau menggunakan alat yang dinamakan handheld yang dilengkapi dengan barcode. Kelemahan utama dari sistem tsb adalah jika tidak ada orang di rumah dan pintu rumah dikunci, pencatat watermeter tidak dapat melakukan pencatatan watermeter, umumnya kemudian dilakukan sistem tembak atau mengira-ira.

Sistem komunikasi yang diterapkan mampu mendukung proses pengambilan data pemakaian air oleh server melalui mikroserver dengan tingkat keberhasilan 95% untuk pihak server. Proses komunikasi data menggunakan baud rate 9600. Pemanfaatan metode enkripsi data tipe Caesar Chipper, pengecekan FCS dan mode pengalamatan 16 bit pada wireless RF mampu menjaga kekurangan dan keamanan data pada saat transmisi data. Penerapan teknologi SMS Gateway pada sistem komunikasi untuk monitoring pemakaian air PDAM skala rumah tangga ini memungkinkan untuk pengiriman data ke server untuk jarak komunikasi yang relatif jauh.

Kata kunci— : wireless RF, enkripsi, singlehop, SMS Gateway, mikroserver, server

1. Pendahuluan

Sistem pencatatan watermeter di Indonesia umumnya masih bersifat konvensional. Umumnya pencatat meter harus melakukan pencatatan watermeter dari rumah ke rumah. Akibatnya, jika tidak ada orang di rumah atau pintu terkunci pencatat watermeter tidak dapat melakukan pencatatan watermeter[1]. Pada Tugas Akhir ini diterapkan teknologi wireless RF dan SMS Gateway untuk membangun sebuah sistem monitoring pemakaian air PDAM. Teknologi wireless RF dapat digunakan untuk pengiriman data pemakaian air dari konsumen ke tempat penampungan data sementara dari beberapa konsumen yang berupa sebuah mikroserver.

Mikroserver melakukan pengiriman permintaan data pemakaian air ke konsumen dengan jadwal waktu tertentu. Permintaan data dikirimkan ke suatu node tertentu yang spesifik untuk permintaan data pemakaian air.

Pemakaian teknologi wireless RF memiliki keterbatasan pada jarak jangkauan komunikasi dan halangan oleh sebab itu digunakan teknologi SMS Gateway untuk peningkatan jangkauan komunikasi dengan server. Pada sistem komunikasi yang dibuat juga diterapkan metode enkripsi tipe Caesar Chipper dan metode pengalamatan short 16 bit addressing pada wireless RF untuk peningkatan keamanan data selama proses komunikasi data sehingga hanya modul wireless RF yang spesifik saja yang dapat berkomunikasi.

2. Teori Penunjang

Teori penunjang yang digunakan dalam penyelesaian pembuatan sistem komunikasi ini adalah komunikasi singlehop, AT Mega 128, modul wireless RF, Protokol dan enkripsi / deskripsi data.

A. Komunikasi Single Hop

Komunikasi singlehop adalah komunikasi dimana pada setiap koneksi tidak terjadi konversi optic-elektrik, sehingga pada setiap node yang berkomunikasi tidak terjadi proses buffering [2]. Pada komunikasi singlehop pihak yang saling berkomunikasi melakukan komunikasi secara langsung tanpa ada suatu node perantara untuk proses buffering.

B. Mikrokontroler ATMEGA 128

AVR merupakan seri mikrokontroler CMOS 8-bit buatan Atmel, berbasis arsitektur RISC (*Reduced Instruction Set Computer*). Pada ATMEGA 128 mempunyai spesifikasi yang dibutuhkan untuk membuat minimum sistem untuk mikroserver sebagai berikut :

1. Frekuensi clock hingga 16 MHz
2. Mempunyai 128 Kbyte Flash Programmer
3. 2 buah USART
4. 4 KB internal EEPROM
5. Antarmuka I2C dan SPI

C. Protokol[3]

Protokol adalah sebuah aturan atau standar yang mengatur atau mengijinkan terjadinya hubungan, komunikasi, dan perpindahan data antara dua atau lebih perangkat. Protokol dapat diterapkan pada perangkat keras, perangkat lunak atau kombinasi dari keduanya. Pada tingkatan yang terendah, protokol mendefinisikan koneksi perangkat keras. Hal – hal yang perlu diperhatikan mengenai protokol adalah :

1. Melakukan deteksi adanya koneksi fisik atau ada tidaknya komputer atau mesin lainnya.
2. Melakukan metode "jabat-tangan" (*handshaking*).
3. Negosiasi berbagai macam karakteristik hubungan.
4. Bagaimana mengawali dan mengakhiri suatu pesan.
5. Bagaimana format pesan yang digunakan.
6. Yang harus dilakukan saat terjadi kerusakan pesan atau pesan yang tidak sempurna.
7. Mendeteksi rugi-rugi pada hubungan jaringan dan langkah-langkah yang dilakukan selanjutnya
8. Mengakhiri suatu koneksi.

Dalam membuat protokol ada tiga hal yang harus dipertimbangkan, yaitu *efektivitas*, *kehandalan*, dan *fleksibilitas*.

D. Modul Wireless RF X-Bee Pro XBP-24/1083

Pada masa sekarang ini telah banyak dikembangkan modul *wireless RF*. Salah satu modul *wireless RF* yang sering dipakai adalah *X-Bee Pro* yang dibuat oleh *Maxstream*. *X-Bee Pro* dirancang agar dapat memenuhi teknologi *ZigBee/IEEE 802.15.4*.

ZigBee/IEEE 802.15.4 teknologi yang memfokuskan *data rate* rendah, konsumsi daya rendah, biaya rendah, target protokol jaringan *wireless* untuk aplikasi otomasi dan kendali remote . Modul *X-Bee pro* ini beroperasi pada daerah 2,4 GHz *X-Bee Pro* yang dipakai memiliki spesifikasi *XBP-24/1083*. Fitur yang dimiliki oleh modul *wireless RF* ini adalah [4] :

1. Jarak komunikasi *indoor* sampai 300 m dan *outdoor* 1500 m LOS (*Line Of Sight*)
2. Sensitivitas penerimaan -100 dBm
3. *RF data rate* 250.000 bps
4. Setiap *channel* menyediakan alamat jaringan lebih dari 65.000 alamat
5. Mendukung topologi *peer to peer*, *point to multipoint* dan *point to point*.
6. Bentuk paket modul relative kecil
7. Kompatibel dengan perangkat lain yang mendukung teknologi *ZigBee/IEEE 802.15.4*
8. *Mode AT Command* untuk pengaturan konfigurasi dan parameter.

X-Bee Pro menyediakan beberapa mode pengalamatan untuk proses komunikasi. Salah satu mode pengalamatan yang disediakan adalah short 16 bit

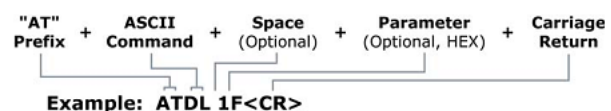
addressing. Mode pengalamatan ini memiliki bebrapa parameter yaitu :

1. MY, merupakan alamat diri dari setiap modul *wireless RF*
2. DL, merupakan alamat tujuan modul *wireless RF* untuk berkomunikasi
3. CH, merupakan channel dimana komunikasi RF terjalin
4. ID, merupakan alamat PAN (*Personal Area Networking*) ID dari modul RF

Penggunaan mode pengalamatan short 16 bit addressing menyebabkan hanya modul *wireless RF* yang spesifik saja yang memiliki alamat MY yang sama dengan alamat DL modul *wireless RF* yang lain dapat berkomunikasi sehingga modul *wireless RF* yang lain tidak dapat berkomunikasi.

Pengaturan parameter pada modul *wireless RF* dilakukan dengan menggunakan *AT Command*. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penggunaan *AT Command* adalah :

1. Untuk membuka *AT Command mode* kirim 3 character plus ("+++") dalam waktu kurang dari 1 detik
2. Untuk mengirim *AT Command* gunakan aturan sebagai berikut :



Gambar 2.1. Aturan penulisan AT Command

Untuk pembacaan parameter biarkan parameter kosong

3. Jika *AT Command* sukses dikirimkan dan dieksekusi maka akan ada respon OK (untuk pengaturan) atau nilai parameter (untuk pembacaan)
4. Untuk menyimpan parameter konfigurasi kirim ATWR < CR>
5. Selanjutnya untuk menutup *AT Command mode* kirim ATCN

E. Enkripsi / Deskripsi Data

Enkripsi / deskripsi data dimaksudkan untuk menjaga keamanan data selama proses transmisi data. Metode yang dipakai pada enkripsi / deskripsi data adalah metode *Caesar*. Prinsip utama dari metode *Caesar* adalah adanya suatu pergeseran dari elemen data yang akan dienkripsi / dideskripsi. Pada sistem enkripsi yang dibuat nilai pergeseran ditentukan oleh suatu konstanta ditambah nilai BCD dari elemen FCS yang kedua. Elemen dari protokol yang dienkripsi / dideskripsi adalah setelah delimiter "@" sampai data yang dikirimkan, untuk code data , FCS dan terminator tidak dienkripsi. Secara umum proses enkripsi dapat diilustrasikan sebagai berikut :

| | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| @ | 1 | 2 | N | D | O | K | R | 3 | 1 | * |
| 64 | 49 | 50 | 78 | 68 | 79 | 75 | 82 | 51 | 49 | 42 |

↓

Shifting = 10 + 1

↓

| | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 64 | 60 | 61 | 89 | 79 | 90 | 86 | 82 | 51 | 49 | 42 |
| @ | < | = | Y | O | Z | V | R | 3 | 1 | * |

Gambar 2.2. Ilustrasi metode Caesar Chipper

Dari gambar di atas dapat dilihat bahwa ketika sebuah *frame* protokol dikirimkan, FCS ditempatkan setelah kode data untuk mengecek apakah ada data yang hilang atau tidak sesuai. Secara umum FCS merupakan hasil dari XOR kode ASCII karakter– karakter sebelumnya yang diimplementasikan ke dalam 2 byte BCD dari nilai XOR dari kode ASCII karakter tsb. Jadi secara umum FCS juga digunakan untuk pengecekan data yang diterima selain adanya pengecekan delimiter ”@” dan terminator ”*” sebelumnya. Secara umum ilustrasi dari perhitungan FCS adalah sebagai berikut :

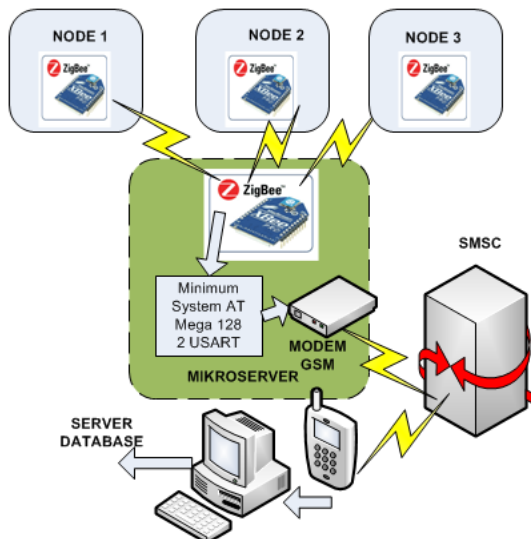
| | | | | | | | | | | |
|-----------------------|---|---|---|---|---|---|---|-----|---|---|
| @ | 1 | 2 | N | D | O | K | R | 3 | 1 | * |
| FCS Range Calculation | | | | | | | | FCS | T | |

Selanjutnya setiap karakter pada frame dikonversi menjadi kode ASCII dan di-XOR-kan dengan kode ASCII karakter sesudahnya sehingga diperoleh suatu nilai ASCII terakhir dan FCS merupakan 2 byte nilai BCD dari kode ASCII tsb.

3. Perencanaan Sistem

Pada perencanaan sistem ini, terdiri dari blok diagram perencanaan sistem, perencanaan mekanik, perencanaan hardware dan perencanaan software

A. Perencanaan sistem

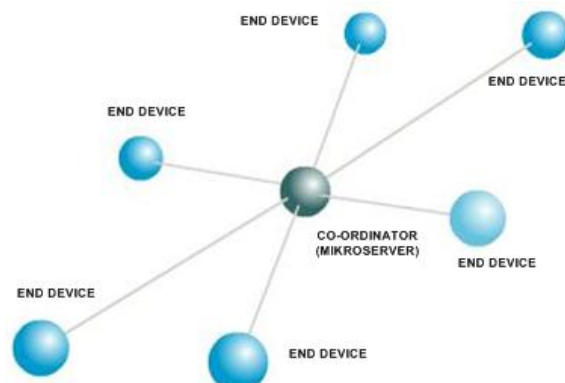


Gambar 3.1 Blok diagram sistem

Sesuai gambar 3.1 di atas sistem menggunakan *wireless RF* dan *SMS Gateway* untuk proses komunikasi. Kedua jenis komunikasi ditangani oleh AT Mega-128 sebagai unit pemroses pada *mikroserver*. *Mikroserver* akan melakukan pengambilan data pemakaian air secara terjadwal menggunakan modul *wireless RF*. Proses pengambilan data pemakaian air pada setiap *node* dilakukan secara *single hop* sehingga pada proses komunikasi sepanjang *node* sampai *mikroserver* tidak ada proses *buffering* [2]. Selanjutnya data yang telah terkumpul akan dijadikan suatu paket data yang berisi data pemakaian air masing-masing *node* untuk selanjutnya dikirimkan ke *server* menggunakan *SMS Gateway* untuk pemrosesan data selanjutnya.. Proses pengambilan data dari sensor ini dilakukan dengan sistem *request-respon* artinya proses komunikasi data dikontrol oleh *mikroserver* sehingga meminimalkan terjadinya *collison* (tabrakan data) seperti pada sistem dengan *autosend* dimana tidak ada kontrol pada setiap *node* [5].

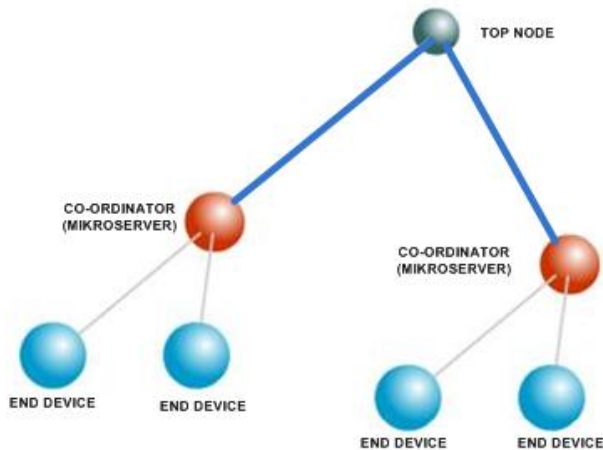
B. Topologi Jaringan

Topologi jaringan yang dibangun secara keseluruhan merupakan sebuah topologi jenis tree dimana terdapat sebuah perangkat (device) yang berperan sebagai top node. Pada sistem komunikasi yang dibuat ini yang berperan sebagai top node adalah server dengan SMS Gateway sebagai media komunikasi. Top node ini memiliki beberapa cabang (branch) yang terdiri dari beberapa kumpulan modul wireless RF. Kumpulan modul wireless RF ini membentuk topologi star dengan sebuah modul wireless RF yang berperan sebagai Co-ordinator. Co-ordinator direalisasikan pada mikroserver untuk menangani komunikasi dengan setiap modul wireless RF yang berperan sebagai End Device pada sebuah kumpulan modul wireless RF. End Device terhubung langsung dengan sistem sensor yang akan mengakuisisi data pemakaian air menggunakan sensor hall effect. Antara mikroserver dengan server saling berkomunikasi menggunakan SMS Gateway. Artinya mikroserver sebagai branch dari topologi tree secara keseluruhan memiliki 2 media komunikasi yaitu wireless RF yang terhubung dengan setiap End Device dan SMS Gateway yang menghubungkan mikroserver sebagai branch dengan server sebagai top node.



Gambar 3.2 Topologi star

Gambar 3.2 menunjukkan topologi star yang dibangun untuk komunikasi secara wireless RF. Jenis topologi ini memiliki kekurangan berupa keterbatasan jalur (link) komunikasi antara Co-ordinator dengan End Device. End Device hanya dapat berkomunikasi dengan Co-ordinator melalui 1 link saja. Oleh karena itu pada sistem komunikasi ini dilakukan penjadwalan komunikasi dan pengecekan kondisi node untuk menghindari kegagalan komunikasi (fail) pada sebuah node sehingga tidak mengganggu komunikasi keseluruhan. Pada saat pengecekan diberikan sebuah time-out untuk pendeteksian aktif/tidaknya node tsb.

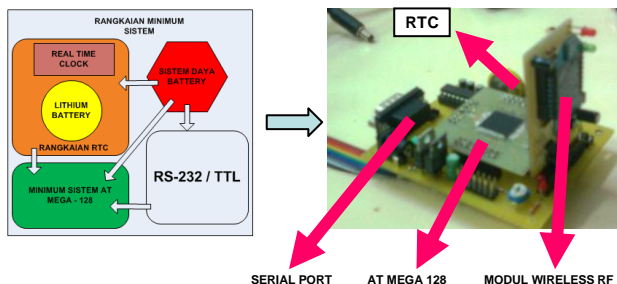


Gambar 3.3 Topologi Tree

C. Perencanaan Hardware

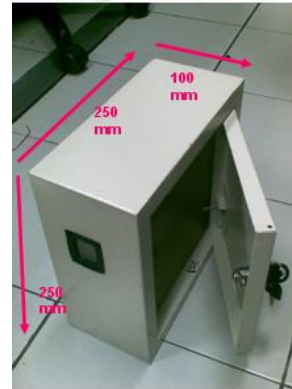
Pada sistem komunikasi ini menggunakan AT MEGA 128 untuk melakukan proses komunikasi dengan server dan masing-masing node. Pada AT MEGA 128 mempunyai konfigurasi sebagai berikut :

1. Frekuensi clock sebesar 11,0592 MHz
2. Menggunakan 2 buah komunikasi serial *USART* untuk komunikasi dengan modem *GSM* dan modul *wireless RF*. Untuk komunikasi dengan modem *GSM* digunakan converter MAX 232 untuk merubah tegangan TTL ke tegangan CMOS.
3. Dilengkapi dengan rangkaian *RTC* untuk penjadwalan waktu pengiriman data yang terhubung secara *I2C*.
4. Sumber daya menggunakan baterai.



Gambar 3.2 Rangkaian *Minimum System*

Untuk perlindungan rangkaian yang diletakkan pada lingkungan luar (*out door*), rangkaian yang terdiri dari minimum system, modem *GSM* dan baterai sebagai *back up* diletakkan pada sebuah panel yang terbuat dari plat besi agar terhindar dari perubahan cuaca dan gangguan lingkungan.



Gambar 3.3 Konstruksi panel

D. Perencanaan Software

Perencanaan *software* terdiri dari algoritma pengambilan data dari *node*, algoritma pengiriman data ke *server*, protokol dan enkripsi/deskripsi data.

1. Perencanaan protokol

Secara umum protokol data yang dirancang terdiri dari beberapa komponen protokol yaitu :

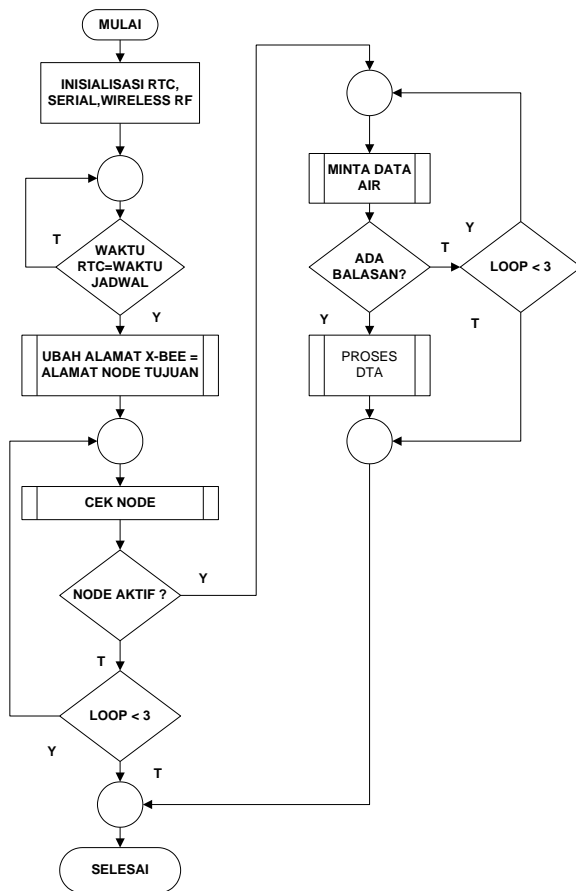
- *Delimiter* ('@') digunakan sebagai awal dari protokol maupun untuk pemisah data
- Alamat *mikroserver*, alamat MY *mikroserver*
- Alamat *Node*, alamat MY *node*
- Data yang diinginkan
- Kode data, menunjukkan jenis data yang dikirim
- FCS, nilai XOR data yang dikirim
- *Terminator* ('*'), akhir dari protokol

2. Pengaturan penyimpanan data pemakaian air sementara

Data pemakaian air yang diterima oleh *mikroserver* disimpan pada *EEPROM* internal *mikrocontroller* pada *mikroserver*. Pengaturan penyimpanan data dilakukan secara *routing* dengan tanggal *RTC* (*Real Time Clock*) sebagai penunjuk lokasi penyimpanan pada *EEPROM*. Pada *EEPROM* internal dialokasikan ada 30 tempat penyimpanan data untuk setiap *node*. Jika tanggal *RTC* menunjukkan akhir bulan maka data yang diterima akan disimpan pada *indeks* penyimpanan paling awal (0).

3. Perencanaan algoritma pengambilan data dari node

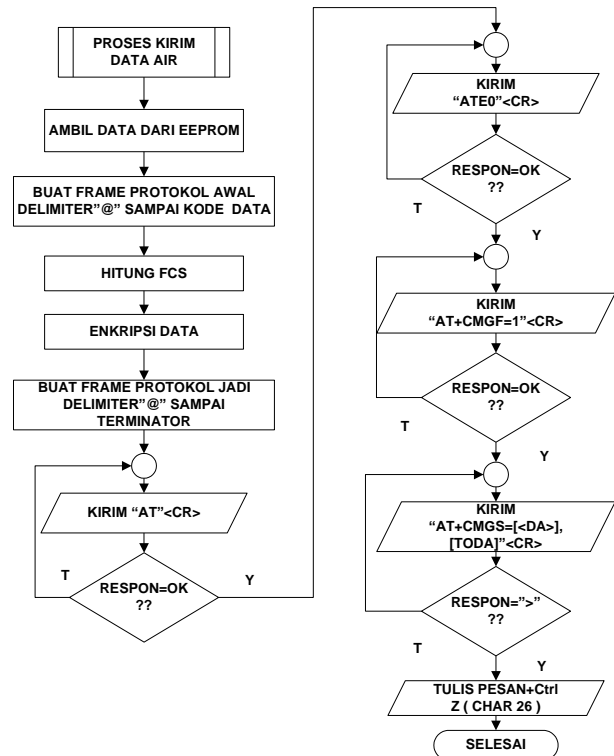
Pengambilan data dari *node* dilakukan dengan jadwal waktu tertentu yang telah ditentukan. Untuk lebih lengkapnya algoritma pengambilan data dari *node* dijelaskan dalam flowchart berikut :



Gambar 3.4. Flowchart pengambilan data dari *node*

4. Perencanaan algoritma pengiriman data ke server

Pengiriman data pemakaian air ke server dilakukan dengan jadwal waktu tertentu yang telah ditentukan. Untuk lebih lengkapnya algoritma pengambilan data dari *node* dijelaskan dalam flowchart berikut :



Gambar 3.5. Flowchart pengiriman data ke *server*

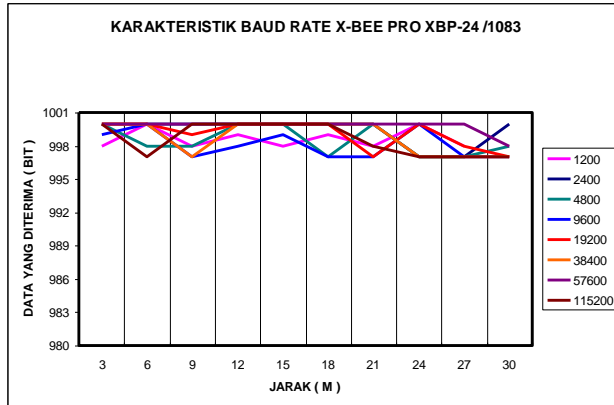
5. Perencanaan enkripsi/deskripsi data

Pada sistem enkripsi yang dibuat nilai pergeseran ditentukan oleh suatu konstanta ditambah nilai BCD dari elemen FCS yang kedua. Elemen dari protokol yang dienkripsi / dideskripsi adalah setelah *delimiter* "@" sampai data yang dikirimkan, untuk code data, FCS dan *terminator* tidak dienkripsi. Metode yang digunakan adalah *Caesar Chipper* dengan konstanta pergeseran ditentukan oleh nilai ASCII bit kedua FCS.

4. Pengujian dan Analisa

Pengujian sistem terbagi atas beberapa pengujian yaitu pengujian *baudrate wireless RF*, pengujian *mode pengalamatan short 16 bit addressing*, pengujian komunikasi *singlehop*, pengujian enkripsi / deskripsi data dan pengujian sistem komunikasi secara keseluruhan.

➤ Pengujian *baud rate wireless RF*



Gambar 4.1 Grafik karakteristik baud rate X-Bee Pro

Pengujian dilakukan pada kondisi *out door* dan *Line Of Sight*. Dari grafik di atas diketahui bahwa *range baud rate* komunikasi yang disediakan oleh modul *wireless RF* dapat digunakan untuk proses komunikasi data. Pemilihan *baud rate* yang digunakan disesuaikan dengan kebutuhan antarmuka.

➤ Pengujian metode pengalamatan *short 16 bit addressing*

Tabel 4.1. Hasil pengujian metode pengalamatan short 16 bit addressing

| Alamat Mikroserver | Node 1 | Node 2 | Node 3 |
|--------------------|--------------|--------------|--------------|
| | MY=2 | MY=3 | MY=4 |
| MY=1 DL=2 | @012CEK1R93* | - | - |
| | @012CEK1R93* | - | - |
| | @012CEK1R93* | - | - |
| MY=1 DL=3 | - | @013CEK1R92* | - |
| | - | @013CEK1R92* | - |
| | - | @013CEK1R92* | - |
| MY=1 DL=4 | - | - | @014CEK1R91* |
| | - | - | @014CEK1R91* |
| | - | - | @014CEK1R91* |

Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa paket data yang dikirim hanya diterima oleh modul *wireless RF* yang memiliki alamat diri (MY) yang sama dengan alamat tujuan (DL) dari *mikroserver*.

➤ Pengujian komunikasi *singlehop*

Tabel 4.2. Hasil pengujian komunikasi *singlehop* untuk *node 1*

| Alamat Mikroserver | Request | Respon Dari Node 1 | Keterangan |
|--------------------|--------------|--------------------|----------------|
| | | MY=3 | |
| MY=1 DL=2 | @012CEK1R93* | @121NDOKA61* | node aktif |
| | @012CEK1R93* | @121NDOKA61* | node aktif |
| | @012CEK1R93* | @121NDOKA61* | node aktif |
| | @012CEK2R94* | @0211000D54* | node aktif |
| | @012CEK2R94* | @0212000D53* | node aktif |
| | @012CEK2R94* | @0213000D52* | node aktif |
| | @012CEK1R93* | - | node non aktif |
| | @012CEK1R93* | - | node non aktif |
| | @012CEK1R93* | - | node non aktif |

Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa komunikasi *singlehop* yang diterapkan cukup berhasil. *Request* data oleh *mikroserver* diterima sengan lengkap oleh *node* dan pada *mikroserver* diterima respon data berupa data pemakaian air. Jika *node* tidak akti akan dilakukan *request* pengecekan *node* sebanyak 3 kali.

➤ Pengujian enkripsi / deskripsi data

Tabel 4.3. Hasil Pengujian enkripsi / deskripsi data

| Data Asli | FCS Bit Ke-2 | Konstanta Shift | Shift Total | Data Enkripsi |
|--------------|--------------|-----------------|-------------|----------------|
| @012CEK1R93* | 3 | 48 | 51 | @cdevx~R93* |
| @013CEK1R92* | 2 | 48 | 50 | @bceuv}R92* |
| @014CEK1R91* | 1 | 48 | 49 | @abetv bR91* |
| @012CEK2R94* | 4 | 48 | 52 | @defwy fR94* |
| @013CEK2R95* | 5 | 48 | 53 | @efhxz!gR95* |
| @014CEK2R88* | 8 | 48 | 56 | @hil{ }\$JR88* |

Dari tabel di atas dapat diketahui bahwa metode enkripsi / deskripsi yang diterapkan mampu mengenkripsi data sesuai dengan nilai konstanta pergeseran yang ditentukan oleh nilai bit kedua FCS+konstanta pergeseran (48). Pergeseran yang dilakukan adalah pergeseran nilai ASCII dari masing – masing karakter pada paket data.

➤ Pengujian sistem komunikasi secara keseluruhan

Pada proses pengiriman data ini komunikasi data ini diuji dalam satu ruangan dengan jarak node-mikroserver sekitar 7m dan jarak mikroserver-server sekitar 7m. Pengujian ini dilakukan dengan kondisi semua *node* aktif. Pengiriman data ke server oleh

mikroserver akan dilakukan jika detik RTC adalah detik ke-10. Siklus pengambilan data ke node oleh mikroserver dimulai jika detik RTC adalah detik ke-20. Pada 20 pengujian yang dilakukan terdapat 1 kali kegagalan pengiriman data ke server sehingga data tidak diterima oleh server. Hal ini disebabkan oleh kondisi modem GSM yang tidak ready dan masalah kegagalan pengiriman SMS pada provider yang digunakan. Sistem komunikasi yang dibangun cukup berhasil untuk melakukan pengiriman data ke server via mikroserver menggunakan wireless RF sdan SMS Gateway dengan tingkat keberhasilan 95% (Hasil pengujian dapat dilihat di lampiran).

Dari data – data yang telah diperoleh maka untuk pengembangan sistem ini maka dapat diperoleh beberapa hal yang penting yaitu :

- Modul wireless RF (X-Bee Pro) menyediakan sekitar 65000 pengalaman untuk wilayah kerja pada 1 channel [4].
- Maksimal data yang dapat dikirim pada 1 kali SMS adalah 160 karakter
- Sesuai dengan pengujian yang telah dilakukan, jarak jangkauan modul Wireless RF (X-Bee Pro) adalah sekitar 180 m dengan baud rate 9600 bps
- Siklus waktu untuk pengambilan data setiap node sekitar 15 detik dan waktu pengiriman data ke server sekitar 7 detik .

5. Kesimpulan

Kesimpulan dari keseluruhan pembuatan, pengujian dan analisa sistem komunikasi ini adalah sebagai berikut :

1. Mode pengalaman short 16 bit addressing dapat digunakan untuk pengiriman paket data ke modul *wireless RF* yang memiliki alamat spesifik dengan tingkat keberhasilan 100%.
2. Hasil penerapan algoritma *singlehop* untuk sistem komunikasi data antara *mikroserver* dengan setiap *node/slave* pada monitoring pemakaian air ini optimal dengan tingkat keberhasilan 100 % untuk kondisi *outdoor* dan *line of sight*. Metode *singlehop* ini diterapkan untuk memonitoring pemakaian air pada setiap *node / slave* yang masih dalam jangkauan sinyal RF (*wireless*) dari pihak *mikroserver*.
3. Metode enkripsi data tipe *Caesar* yang diterapkan mampu mengenkripsi data sesuai dengan konstanta pergeseran yang ditentukan oleh nilai ASCII bit kedua dari FCS.
4. Kombinasi mode pengalaman *short 16 bit addressing* dan enkripsi / deskripsi data mampu menjaga keamanan data selama proses komunikasi data
5. Sistem komunikasi yang dibangun dapat mengirimkan data pemakaian air dari konsumen ke server dengan menggunakan *wireless RF* dan *SMS Gateway* dengan tingkat keberhasilan 95% pada pihak server.

Referensi

- [1]. Kapanlagi.com, “*Mark Up*” *Pencatatan Water meter*.2008. Diakses 21 Desember 2008, dari Pernik Berita Kapanlagi.com.
<http://www.pacamat.com/%E2%80%9Dmark-up%E2%80%9D-pencatatan-meter-air/>
- [2] A. Birman ,A. Kershenbaum,” Routing and Wavelength Assignment Methods in Single-Hop All-Optical Networks with Blocking”, *Fourteenth Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies. 'Bringing Information to People', Proceedings, IEEE, vol.2, Page(s): 431 -438, 1995.*
- [3] C. Siva Ram Murthy, B. S. Manoj. *Ad Hoc Wireless Networks : Architectures and Protocols*. Pearson Education Inc, Prentice Hall PTR; 2004
- [4]. Maxstream.Inc, *Product Manual v1.06 XBee™/XBee-PRO™ OEM RF Modules*.2005. Diakses 19 november 2008, dari Maxstream Inc.
<http://www.maxstream.net>
- [5] Saha, Suyahana , Peter Bajcsy, “*System Design Issues in Single-hop Wireless Sensor Networks*”, National Center for Supercomputing Applications (NCSA) University of Illinois at Urbana-Champaign, Illinois, USA. 2007.